

GEHALTE AN ESSENTIELLEN FETTSÄUREN, JOD, SELEN UND ALPHA-TOCOPHEROL IN DESIGNER- HÜHNEREIERN

Heinz Jeroch¹, Klaus Eder¹, Friedrich Schöne², Frank Hirche¹, Wolfgang Böttcher¹, Jolanta Šeškevičienė³, Holger Kluge¹

¹ *Institut für Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Germany*

² *Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft*

³ *Litauische Veterinärmedizinische Akademie, Kaunas, Litauen*

Zusammenfassung. Die Anreicherung des Hennenfutters (Designer-Eier-Futter) mit 50g Rapsöl, 2 mg Jod, 0,4 mg Selen und 100 mg alpha-Tocopherol je kg hatte folgende Veränderungen in den Gehalten an Omega-6-Fettsäuren, Omega-3-Fettsäuren, Jod, Selen und alpha-Tocopherol in den Hühnereiern gegenüber den Eiern von Hennen, die ein Standardfutter erhielten (40 g Sonnenblumenöl, 0,5 mg Jod, 0,2 mg Selen, 30 mg alpha-Tocopherol) zur Folge: (Standardfutter / Designer-Eier-Futter): 2212 / 1455 mg Omega-6-Fettsäuren, 80 / 195 mg Omega-3-Fettsäuren, 11 / 43 µg Jod, 14 / 15 µg Selen, 4,0 / 5,5 mg alpha-Tocopherol je Ei.

Schlüsselwörter: Legehennen, Eier, essentielle Fettsäuren, Jod, Selen, alpha-Tocopherol

NEPAKEIČIAMŲ RIEBALŲ RŪGŠČIŲ, JODO, SELENO IR ALFA-TOKOFEROLIO KIEKIAI VIŠTŲ KIAUŠINIULOSE

Santrauka. Vištų lesalų papildymas 50 g rapsų aliejaus, 2 mg jodo, 0,4 mg seleno ir 100 mg alfa-tokoferolio 1 kg lesalų (kiaušinių, t.y. kiaušinių, kurių tikslingai pakeista maisto medžiagų sudėtis, lesalai) pakeitė omega-6 ir omega-3 riebalų rūgščių, jodo, seleno bei alfa-tokoferolio kiekius vištų kiaušiniuose, lyginant su kiaušiniai vištų, kurios gavo standartinius lesalus (40 g saulėgrąžų aliejaus, 0,5 mg jodo, 0,2 mg seleno, 30 mg alfa-tokoferolio): (lesinant standartiniiais lesalais / lesinant dizaino kiaušinių lesalais) 2212 / 1455 mg omega-6 riebalų rūgščių, 80 / 195 mg omega-3 riebalų rūgščių, 11 / 43 µg jodo, 14 / 15 µg seleno, 4,0 / 5,5 mg alfa-tokoferolio kiaušinyje.

Raktažodžiai: dėsliosios vištos, kiaušiniai, nepakeičiamos riebalų rūgštys, jodas, selenas, alfa-tokoferolis.

Einleitung. Von verschiedenen Organisationen (u.a. DGE, 1996) wird eingeschätzt, dass die Versorgung der Menschen mit Omega-3-Fettsäuren, einigen Spurenelementen und Vitaminen trotz reichlicher Nahrungsaufnahme nicht immer bedarfsgerecht ist. Dadurch wird das Auftreten verschiedener Stoffwechselstörungen, Krankheiten bzw. Krankheitssyndrome begünstigt. Ein Weg zur Verbesserung dieser Situation ist die Anreicherung von Nahrungsmitteln (designer food, functional food) mit den oben genannten Nährstoffen über die Fütterung der Nutztiere. Hierzu bietet sich auch das Ei an. Das UNE's Designer Egg (hearty egg) mit deutlich erhöhtem Gehalt an Omega-3-Fettsäuren zählt zu den ersten angereicherten Nahrungsmitteln (Farrell und Gibson, 1991).

Bei den bisher auf dem Markt befindlichen Designer-Eiern wurden in der Regel ein oder zwei Nährstoffe erhöht. Unser Konzept (Jeroch und Eder, 2001) hat das Ziel, gleichzeitig die Konzentrationen an Omega-3-Fettsäuren, alpha-Tocopherol, Selen, Jod und Folsäure in den Hühnereiern zu steigern. Ausgehend von Literaturdaten und eigenen Untersuchungen (Eder et al., 2000; Jeroch und Eder, 2000) wurde ein Legehennenfutter konzipiert, das im Vergleich zu einem Standardfutter mit genannten Substanzen noch zusätzlich angereichert wurde. Diese Futtermischung wurde von der AB "Gireles paukštynas" Kasiadorys produziert und an eine Legehennenherde in diesem Betrieb verfüttert. Um den Einfluß der erhöhten Nährstoffgehalte im Futter auf

die Gehalte in den Hühnereiern zu ermitteln, erfolgte in einem repräsentativen Probenmaterial deren Analytik.

Material und Methoden. Im Vergleich zum Standardfutter (Angaben in der Klammer) wies die Futtermischung für die Produktion der Designereier folgende Veränderungen (jeweils je kg Futter) auf: 50 g Rapsöl (40 g Sonnenblumenöl), 2 mg Jod (0,5 mg), 0,4 mg Selen (0,2 mg), 100 mg alpha-Tocopherol (30 mg), 2 mg Folsäure (0,5 mg). Beide Futtermischungen basierten auf der gleichen Rezeptur; die Hauptkomponenten bildeten Weizenschrot, Maisschrot, Sojaextraktionsschrot, Sonnenblumenextraktionsschrot und Sonnenblumenkuchenschrot. Des weiteren enthielten die Futtermischungen mineralische Komponenten, einen Spurenelement- und Vitamin-Prämix und waren mit technischen Aminosäurepräparaten (Lysin, Methionin) ergänzt. Die Gehalte an umsetzbarer Energie und Nährstoffen in beiden Mischungen entsprachen den derzeitigen Empfehlungen. Vor der Futterumstellung sowie 2, 5 und 8 Wochen nach erfolgter Umstellung vom Standardfutter auf das Designer-Eier-Futter wurden jeweils an 3 aufeinander folgenden Tagen jeweils 10 Eier (= 30 Eier pro Probenahmetermin) aus dem jeweiligen Tagesgelege der Legehennenherde (Lohmann Brown) entnommen und für die Rohfett-, Fettsäuren-, Jod-, Selen-, alpha-Tocopherol- und Folsäureanalytik aufbereitet, wobei die Eihalte aller 30 Eier eines Probenahmetermins zu einer Sammelprobe vereinigt

wurden. Davor erfolgte die Wägung der Eier sowie der Eibestandteile Eischale und Eiinhalt.

Für die Analyse der untersuchten Eiinhaltsstoffe kamen folgende Methoden zur Anwendung (die Folsäureanalytik konnte wegen fehlender Analysenmöglichkeit bisher nicht durchgeführt werden): Rohfett nach dem Soxhlet-Verfahren (Naumann und Basler, 1976), Fettsäuren gaschromatografisch (Dänicke et al., 1999), Jod nach TMAH-Extraktion mit ICP-MS nach DIN 38406-E29, Selen mit Hybrid-ASS nach DIN 38405-D23-2, alpha-Tocopherol mit der Hochdruckflüssigkeitschromatografie (Balz et al., 1993). Die Analysenwerte von den 3 Probenahmeterminen nach der Futterumstellung unterschieden sich nur gering;

deshalb werden in den Ergebnistabellen die mittleren Gehalte mitgeteilt.

Ergebnisse und Diskussion. Die analysierten Eier wiesen ein mittleres Gewicht von 64,2 g auf. Auf Schale und Eiinhalt entfallen 11 % bzw. 89 %. Im Mittel aller Proben enthält der Eiinhalt (Originalsubstanz) 11,8 % Rohfett.

Durch den Einsatz von Rapsöl anstelle von Sonnenblumenöl im Legehennenfutter veränderte sich gravierend das Fettsäurenmuster der Rohfettfraktion des Futters (Tabelle 1). Die unterschiedliche Fettsäurezusammensetzung von Sonnenblumenöl und Rapsöl (Jeroch und Dänicke, 2003) ist hierfür die wesentliche Ursache.

Tabelle 1. Fettsäurenmuster der Futterfette

| Futtermischung | Fettsäuren, % der Gesamtfettsäuren | | | | |
|---------------------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | C 16:0 | C 18:0 | C 18:1 | C 18:2 | C 18:3 |
| Standardfutter | 8,4 | 3,9 | 21,5 | 61,7 | 0,7 |
| Designereier-Futter | 7,8 | 2,3 | 44,9 | 33,0 | 6,8 |

Tabelle 2. Fettsäurenmuster der Eidotterfette

| Fettsäuren (FS), % der Gesamtfettsäuren | Standardfütterung | Fütterung mit Designereier-Futter |
|---|-------------------|-----------------------------------|
| Gesättigte FS (C 14:0, C 16:0, C 18:0) | 30,3 | 27,9 |
| Einfach ungesättigte FS (C 16:1, C 18:1) davon Ölsäure (C 18:1) | 35,7 33,8 | 46,4 44,2 |
| Mehrfach ungesättigte FS: | | |
| Omega-6- FS (C 18:2, C 20:3, C 20:4) davon Linolsäure (C 18:2) | 29,3 27,7 | 20,1 18,5 |
| Omega-3- FS (C 18:3, C 22:5, C 22:6) davon α -Linolensäure (C 18:3) | 1,1 0,3 | 2,7 1,5 |
| Verhältnis Omega-6-FS : Omega-3-FS | 27 : 1 | 7 : 1 |

Über das Fettsäurenmuster der analysierten Eier informiert Tabelle 2. Die Integration von Rapsöl in das Legehennenfutter bewirkte eine Erhöhung der Anteile an einfach ungesättigten Fettsäuren (vorrangig Ölsäure) und an Omega-3-Fettsäuren, insbesondere an alpha-Linolensäure. Dem steht ein Rückgang bei den gesättigten Fettsäuren und bei den Omega-6-Fettsäuren gegenüber. Dadurch verengt sich deutlich das Verhältnis Omega-6-Fettsäuren : Omega-3-Fettsäuren. Das Fettsäurenmuster des Eidotterfettes reflektiert sehr gut die Fettsäurezusammensetzung des Futterfettes (Vergleich Tabelle 1 und 2). Die erzielten Ergebnisse sind in guter Übereinstimmung mit Literaturdaten (Hämmel et al., 2000) und eigenen Versuchsbefunden (Jeroch et al., 1997 und 2001). Durch Rapsölanreicherung des Hennenfutters kann der Anteil an Omega-3-Fettsäuren beachtlich gesteigert werden. Noch stärkere Effekte sind beim Einsatz von Leinöl bzw. der Kombination von Leinöl und Rapsöl ermittelt worden (Eder et al., 1998; Jeroch et al., 2002). Bei Verwendung dieser Öle wird in erster Linie alpha-Linolensäure im Eidotterfett

angereichert, die im tierischen und menschlichen Organismus die Ausgangssubstanz für die länger-kettigen und höher ungesättigten Omega-3-Fettsäuren (C20:5, C22:6) bildet. Wenn maritime Fisch- und Algenfette als Omega-3-Fettsäurequellen verwendet werden, die reich an C20:5 und C22:6 sind, erfolgt ein entsprechender Transfer dieser Fettsäuren in das Eifett (Nollet, 2001).

Die Steigerung des Jodzusatzes von 0,5 mg auf 2,0 mg / kg Futter bewirkte eine starke Jodakkumulation im Hühnerfleisch (Tabelle 3). Dieses Spurenelement wird sehr effizient in das Ei überführt, wie Richter (1995) in Versuchen mit abgestuften Jod-Ergänzungen ermittelte. Demgegenüber erhöhte sich der Selengehalt im Ei nur gering (Tabelle 3), obgleich der Zusatz pro kg Futter verdoppelt wurde. Über eine höhere Anreicherung bei 100%igem Anstieg des Selengehaltes im Futters berichten Schäfer et al. (1985). Während Salobir et al. (2001) keinen Anstieg der Selenkonzentration im Ei ermittelten, wenn das Hennenfutter zusätzlich mit einer Selen-Hefe supplementiert wurde.

Tabelle 3. Jod, Selen und Alpha-Tocopherolgehalt der Eier

| Inhaltsstoff, je 100 g Eiinhalt | Standardfütterung | Fütterung mit Designereier-Futter |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Jod, µg | 19,6 (100) | 74,4 (380) |
| Selen, µg | 24,1(100) | 25,9 (107) |
| α-Tocopherol, mg | 6,9 (100) | 9,5 (138) |

Tabelle 4. Gehalt je Hühnerei an Omega-6- und Omega-3-Fettsäuren, alpha-Tocopherol, Selen und Jod (Relativzahlen in der Klammer)

| Nährstoff | Fütterung der Hennen mit | |
|------------------------|--------------------------|---------------------|
| | Standardfutter | Designereier-Futter |
| Omega-6-Fettsäuren, mg | 2212 (100) | 1455 (66) |
| Omega-3-Fettsäuren, mg | 80 (100) | 195 (244) |
| Alpha-Tocopherol, mg | 4,0 (100) | 5,5 (138) |
| Selen, µg | 14 (100) | 15 (107) |
| Jod, µg | 11 (100) | 43 (391) |

Bei 100 mg alpha-Tocopherolzusatz / kg Futter wurde gegenüber 30 mg / kg eine Zunahme des alpha-Tocopherolgehaltes im Eiinhalt um 38 % ermittelt (Tabelle 3), d. h. ein relativ mässiger Anstieg. Zur gleichen Schlußfolgerung berechtigen auch die Ergebnisse von Salibor et al. (2001); 11 bzw. 200 mg Vitamin E-Zusatz zum Hennenfutter bewirkten 19 bzw. 43 mg Vitamin E je 100 g Eidotter.

Die erhaltenen Analysendaten wurden für ein Hühnerei (65 g) berechnet und sind Tabelle 4 zu entnehmen.

Schlußfolgerungen

Die vorliegenden Ergebnisse berechtigen zu der Schlußfolgerung, daß die Integration von Rapsöl und Jod den Nährwert der Hühnereier verbessert und der Verzehr dieser Eier einen Beitrag zur Versorgung der Menschen mit Omega-3-Fettsäuren und insbesondere mit Jod gemessen an den Versorgungsempfehlungen (DGE et al. 2000) leisten kann. Beim alpha-Tocopherol steht die erzielte zusätzliche Anreicherung im Ei in ungünstiger Relation zur Höhe der Futtersupplementierung. Der erhöhte Selenzusatz hatte kaum Auswirkungen auf den Gehalt im Ei. Für die beiden letztgenannten Substanzen können unter der Zielstellung der vorliegenden Arbeit höhere Futtersupplemente nicht empfohlen werden.

Danksagung

Für die Bereitstellung der Hühnereier wird der AB "Girelės paukštynas" Kaišiadorys / Litauen herzlich gedankt.

Literatur

1. M. K. Balz, E. Schulte, H. P. Thier. Simultaneous determination of tocopheryl acetate, tocopherols and tocotrienols by HPLC with fluorescence detection in foods// *Fat Sci. Technol.* Vol. 95. P. 215-220.
2. S. Dänicke, H. Jeroch, O. Simon, M. R. Bedford. Interactions between dietary fat type and exogenous enzyme supplementation of broiler diets based on maize, wheat, triticale or barley// *J. Anim. Feed Sci.* 1999. Vol. 8. P. 467-483.
3. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE). Ernährungsbericht. Frankfurt/Main, 1996.
4. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung.

Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau/Braus, Frankfurt/Main, 2000.

5. K. Eder, D. A. Roth-Maier, M. Kirchgöbner. Laying performance and fatty acid composition of egg yolk lipids of hens fed diets with various amounts of ground or whole flaxseed// *Arch. Geflügelk.* 1998. Vol. 62. P.223-228.

6. K. Eder, C. Brandsch, F. Hirche. Möglichkeiten zur Beeinflussung der Inhaltsstoffe des Hühnereies durch die Fütterung/ 6. Tagung Schweine- und Geflügelernährung. Lutherstadt Wittenberg. 2000. P.128-133.

7. D.J. Farrell, R.A. Gibson. The enrichment of eggs with omega-3 fatty acids and their effects in humans/ *Recent advances in animal nutrition in Australia* (edited by Farrel, D.J.). 1991. P.256-273.

8. J. Hämmäl, V. Tikki, S. Kuusik. Suitability of the rapeseed oil for the production of the omega-eggs// *Veterinarija ir zootechnika.* 2000. T.10(32) priedas. P.47-49.

9. H. Jeroch, S. Dänicke. Faustzahlen zur Geflügelfütterung// *Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft.* Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 2003 (im Druck).

10. H. Jeroch, K. Eder. Einfluß der Fütterung auf den Nähr- und Gesundheitswert von Hühnereiern// *Veterinarija ir Zootechnika.* 2000. T. 10 (32). P.52-57.

11. H. Jeroch, K. Eder (2001). Projekt "Hühnereier mit erhöhten Nährstoffgehalten" (unveröffentlicht)

12. H. Jeroch, J.G. Brettschneider, S. Dänicke. Rapssaat und Rapskuchen in der Legehennenfütterung// *UFOP-Schriften.* 1997. Bd. 4. S.19-53.

13. H. Jeroch, J. G. Brettschneider, W. Böttcher, W. Peter, J. Šeškevičienė, M. Prinz. Verbesserung des Nährwertes von Hühnereiern durch Verfütterung von Futtermischungen mit Rapsöl an Legehennen// *Veterinarija ir zootechnika.* 2001. T. 16(38). P.122-124.

14. H. Jeroch, J. G. Brettschneider, W. Böttcher, W. Peter, J. Šeškevičienė, M. Prinz. Einfluß von Rapsöl und Leinöl auf das Fettsäuremuster des Eidotterfettes// *Veterinarija ir zootechnika.*

15. C. Naumann, R. Bassler (1976). *Methodenbuch. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln*, 3. Ergänzungslieferung 1993. VDLUFA-Verlag Darmstadt.

16. L. Nollet. Modification of the yolk fatty acid profile for the health conscious consumer/ *13th Eur. Symp. Nutr.* Blankenberg, Belgium. 2001. P. 53-60.

17. G. Richter. Einfluß der Jodversorgung der Legehennen auf den Jodgehalt im Ei/ *Mengen- und Spurenelemente.* 15. Arbeitstagung. Jena (M. Anke et al., Hrsg.), 1995. S. 457-464.

18. K. Salibir, B. Savsky, V. Stibilj, M. Dermelj, J. Salibir. The effect of simultaneous addition of omega-3 fatty acids, vitamin E, Zink, iodine and selenium on their concentration in eggs/ *13th Eur. Symp. Poult. Nutr.* Blankenberg, Belgium. 2001. P. 84-85.

19. K. Schäfer, B. Irsch, K. Bronsch. Beitrag zur optimalen Selenversorgung von Legehennen// *Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkunde.* 1985. Bd. 53. S.185-192.